

화염 납착법과 전기 납착법에 의한 금합금 구조체의 변위 양상에 관한 계측학적 연구

부산대학교 치과대학 치과보철학교실

전상원 · 임장섭 · 정창모 · 전영찬

I. 서 론

심미성 및 기계적 성질과 더불어 변연 적합도는 성공적인 고정성 보철물이 갖추어야 할 필수 요소로서, 지대치와 보철물의 장기적 수명에 가장 큰 영향을 미치는 것으로 분석된다. 우수한 변연 적합도는 합착재의 구강내 누출과 미생물 균집의 축적¹⁾을 감소시켜 합착재 실패나 치주 질환, 또는 우식 발생²⁾의 가능성을 최소화 시킨다. 이에 따라서 고정성 보철물의 적합도를 향상시키기 위한 다양한 재료들과 방법들³⁻⁵⁾이 개발되어 임상에 적용되고 있으나, 만곡형 또는 길이가 긴 고정성 보철물에서는 단일 구조관에 비하여 일체구조법을 이용하여 임상적으로 만족스러운 변연 적합도를 얻기가 매우 어려우며⁶⁻⁹⁾, 특히 임플란트 보철물의 경우 흔히 상부 금속구조물의 길이가 길고 구조 금속량이 많아 수동적인 적합을 얻기는 더욱 힘들다¹⁰⁾.

이러한 보철물의 변연 적합도를 개선시키기 위하여 납착법이 오래전부터 이용되고 있다. 납착술은 분할된 구조체의 상대적인 위치를 인기하여 납착용 매몰재 블록에 고정시킨 후 화염, 적외선, 또는 oven으로 납착부를 가열하고 납착용 합금을 용융하여 연결 부위를 결합시키는 일련의 복잡한 과정이다¹¹⁻¹⁴⁾. 그러나, 납착은 납착인기 재료, 매몰재의 경화팽창량과 열팽창량, 매몰재 블록의 형태나 크기, 납착간격이나 형태, 납착용 합금의 순도, 납착방법, 납착온도¹⁵⁻²³⁾ 등에 따라 납착된 구조체의 정확성이 달라질 수 있다. 비록 납착법이 일체 구조체의 적합불량을 개

선시킬 수 있는 방법으로 이용되고 있으나, 이상의 여러 가지 요인들로 인하여 변형의 가능성이 많기 때문에 오히려 적합도가 나빠지고, 따라서 납착을 수회 반복하여야 하는 경우도 발생하고 있다.

매몰재를 이용한 통상적인 납착법과 달리 전기납착법은 석고모형 상에서 납착될 금속에 각각 음극과 양극을 연결한 후 양 전극사이에 전류를 통하게 하여, 금속의 전기저항에 의해 열을 발생시켜, 이 열에 의하여 납착용 합금을 용융시켜 납착시키는 방법으로 비교적 간단한 과정이며, 일반적으로 전기납착기는 전압조정기와 두 개의 전극으로 구성되어 있다.

전기납착법은 주로 가철성 국소의치에서 부착물이나 클라스프 등의 납착 또는 파절된 금속 구조물의 수리용으로 이용되어 왔는데, 이는 국소적으로 급속한 가열이 가능하기 때문에 아크릴릭 의치상을 제거하지 않고도 의치상에 근접한 금속 구조물의 납착이 가능하며, 또한 과열로 인한 재결정화나 결정립 성장을 줄일 수 있기 때문이다²⁴⁻²⁶⁾. 이 외에도 매몰재 납착에 필요한 매몰재 블록을 제작하는데 필요한 시간 소모가 없고 납착결과에 미치는 매몰재의 영향을 배제시킬 수 있다는 장점이 있으며, McCracken²⁴⁾은 치과영역에서 모든 납착의 약 80%가 전기납착법으로 가능하다고 하였다.

납착분야에 관한 국내의 연구는 대부분 납착강도를 실험하거나, 일체구조법에 비교한 정확도를 조사하는데 그치고 있으며, 특히 매몰재 사용을 배제하는 전기납착법과 매몰재 납착법의 변형양상에 관한 연구는 희소한 실정이다.

II. 연구재료 및 방법

1 시편 제작

한편, 지금까지 주조체의 정확도에 관한 대부분의 연구는 원래의 모형에 재워치된 보철물의 변연 불일치 정도를 이차원적으로 측정하여 선상 변위(linear displacement)만을 상호 비교하였으나, 이러한 실험 방법은 모형체의 특성이나 주조체 내면의 상태가 적합도에 큰 영향을 주기 때문에, 보철물의 삼차원적 변위에 대해서는 알아볼 수가 없었다.

Nicholls²⁷⁻²⁹⁾는 변위를 원래의 기준점에서부터 멀어지는 한 지점 또는 여러 지점들의 상대적인 이동이라고 정의하였다. 일체주조나 납작 후 일어나는 주조체의 변형은 삼차원적으로 일어나기 때문에 변위의 측정은 삼차원적인 개념하에서 수행되어야 한다.

삼차원 좌표 측정법이란 측정점의 위치를 삼차원 상대 좌표로 채득하여 시편을 재워치시킬 때 발생할 수 있는 공간적 오차를 배제시킬 수 있다는 장점이 있으며, 물체의 변위를 측정할 수 있기 때문에, 물체의 형태와 크기를 세가지 선형 변형과 세가지 회전 변형^{22,28,30,33,34)}으로 분석할 수 있다.

이에 본 연구에서는 매몰재 납착법 중 가장 흔히 사용되고 있는 화염납착법과 매몰재 블록 없이 금속의 전기저항으로 인한 국소적인 발열로 납착을 시행하는 전기납착법을 이용하여 납착된 주조체들의 변위양상을 삼차원 좌표 측정기로 측정하여 상호 비교하고자 하였다.

제2형 티타늄 합금을 선반(Model WHN-1, Hasegawa, Japan)과 밀링 머신(Model HPF, Hasegawa, Japan)을 이용하여 직경 6mm, 길이 13mm의 원통 형태로 가공한 다음, 원통 중앙부에는 폭 3mm, 깊이 1mm의 함몰 부위를 형성하고, 하방 4.5mm의 바깥쪽에는 계측 기준 평면(4.5 × 5.0mm)을 원통축에 평행인 방향으로 형성하였다(Fig. 1). 중앙 함몰부는 두 원통을 연결하는 연결봉을 설치하는 부위로 사용하고, 계측 기준 평면은 삼차원 좌표 측정기의 x, y, z축 설정의 기준 평면으로 사용하기로 하였다.

가공된 원통 시편을 40mm간격으로 설치, 고정하기 위하여 stainless steel 기판에 positioning post를 고정할 수 있도록 직경 3.85mm, 깊이 9mm의 hole들을 형성하였다. 각 시편을 구성하는 두 개의 원통은 positioning post와 guiding screw(길이 10mm)를 이용하여 기판에 고정하였으며, guiding screw는 10 Ncm으로 조였다. 기판에 설치된 두 개의 원통은 좌측의 것을 기준 원통으로, 우측의 것을 시험 원통으로 정하였다(Fig. 2).

1) 시편 구조 및 분할

40mm 간격으로 기판에 고정된 기준 원통과 시험 원통을 연결봉으로 고정하기 위하여, 길이 36mm,

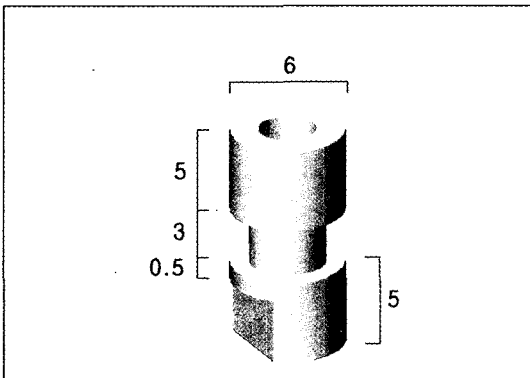


Fig. 1. Dimension of cylinder(mm).

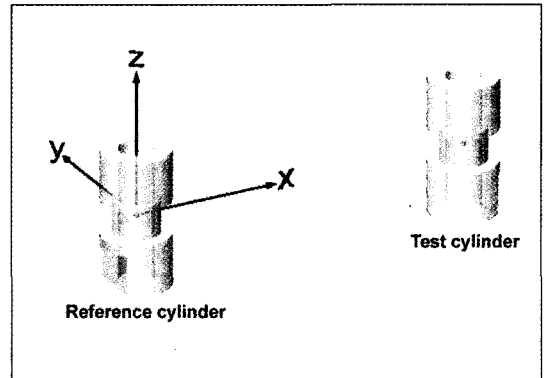


Fig. 2. Schematic diagram of reference cylinder and test cylinder, and three dimensional coordinate.

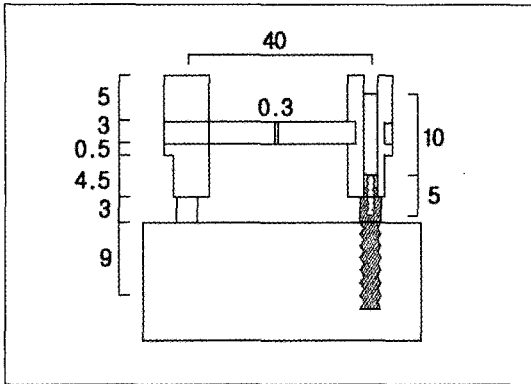


Fig. 3. Schematic diagram of specimen onto the metal base(mm).

직경 3mm인 acrylic봉을 사용하여 두 원통의 합몰부에 Pattern resin(GC Co., Japan)으로 고정하였다. Pattern resin의 분액비는 1gm/0.8ml로 하였으며, 경화 후 acrylic봉에 10 개이지 원형 왁스로 주입선을 형성하고, 응력 방출을 위해 24시간동안 방치하였다. 시편을 직경 65mm의 round silicone mold내에 위치시킨 후 인산염계 매몰재(Deguvest CF, Degussa, Germany)를 제조사의 지시³⁰⁾에 따라 혼합하여 매몰, 소환하고, 고주파 유도 주조기(Globucast, Krupp Medizintechnik GmbH, Germany)에서 제 4형 금 합금(Stabilor G, Degussa, Germany)으로 주조하였다. 주조된 매몰재 링을 5분간 실온에 방치한 후 급냉시키고, 주조체의 변형이나 표면 손상이 없도록 주의깊게 devesting하여 stone and plaster remover liquid(Biosonic stone and plaster remover, Whaledent, Newyork, Ny)와 초음파 세척기로 세척하였다.

주조된 시편의 중앙부위를 wire cutting machine을 이용하여 납착간격이 0.3mm가 되도록 절단하였다.

총 10 개의 시편을 제작하여 이 중 5 개는 화염납착시편으로, 나머지는 전기납착시편으로 각각 이용하였다(Fig. 3).

2) 시편 납착

가) 화염납착

Pattern resin을 시편 분할부위에 적용하여 납착인기를 채득하였으며, 중합레진의 응력 방출을 위해 24시간 동안 기판에 유지시켰다. 이후, 기판에서 제

거하여 10mm guiding screw로 시편에 납착용 post를 부착시키고 52×12×13mm의 silicone ring에 위치시킨 후, 제조사의 지시에 따라 납착용 매몰재(Deguvest L, Degussa, Germany)를 혼합하여 매몰재 블록을 제작하였다(Fig. 3).

실온에서 1시간동안 매몰재를 경화시킨 후, 연결부위에 소량의 용제(Flu β mittel T, Degussa, Germany)를 도포하고 소환로에서 427℃에서 10분간 예열하였다. 다음, 납착부에 용제를 도포한 납착용 합금(Stabilor lot 710, Degussa, Germany)을 위치시킨 후 통상적인 화염납착을 시행하였다. 납착된 시편을 실온에서 약 5분간 방치한 후, 급냉 처리하였다^{11,32)}.

나) 전기납착

시편들을 기판에 고정시킨 상태에서 제조회사의 지시에 따라 화염납착과 같은 납착용 합금으로 전기납착기(Dentapunkt DP 7, Kulzer, Germany)를 이용하여 납착하고, 실온까지 서냉시켰다.

2. 시편 측정

두 원통의 중심점 좌표(x, y, z)를 측정하기 위하여 삼차원 좌표 측정기(MHB-665C, Dukin)를 사용하였으며, 모든 측정은 한 명의 측정자에 의해 수행되었다. 측정기는 연결된 컴퓨터에 설치된 소프트웨어(NeuroMeasure 2.2, Dukin)와 연동되어 프로브의 속도 제어와 반복적인 위치 재현 뿐 아니라, 측정점의 기하학적인 변환, 데이터 처리와 저장 등이 가능하였다. 모든 측정은 항온, 항습실에서 시행되었으며, 측정기 주위의 온도는 20±1℃, 습도는 60±5%로 유지되었다.

1) 납착 전 시편 측정

납착인기 전 분할된 시편의 원통들을 기판에 고정된 상태에서, 시편마다 두 원통의 중심점(centroid) 좌표를 각각 3회 반복 측정하였다. 이 때 기준 원통의 중심점을 좌표계 기준점(0, 0, 0)으로 하여 측정 원통 중심점의 삼차원적 좌표값을 얻었다.

2) 납착 후 시편 측정

기준 원통만을 기판에 고정시킨 후, 납착 전 시편

측정과 동일한 방법으로 측정하였다.

Ⅲ. 연구결과

3. 변위의 계산

화염납착과 전기납착간의 변위를 상호 비교하기 위하여, 각 시편의 납착 전과 납착 후에 측정된 측정 원통의 중심점 좌표로부터 중심점간 변위(intercentroidal displacement: ΔID), 축성분 총변위(global displacement: ΔR), 그리고 세가지 성분 변위(component displacement), 즉, $\Delta Lx = x' - x$, $\Delta Ly = y' - y$, $\Delta Lz = z' - z$ 를 각각 계산하였으며, 이 때 중심점간 변위와 축성분 총변위는 아래와 같은 공식 1, 2를 각각 이용하였다(Fig. 4).

$$\Delta ID \text{ (mm)} = \sqrt{x'^2 + y'^2 + z'^2 - x^2 + y^2 + z^2} \text{ (공식 1)}$$

$$\Delta R \text{ (mm)} = \sqrt{(x' - x)^2 + (y' - y)^2 + (z' - z)^2} \text{ (공식 2)}$$

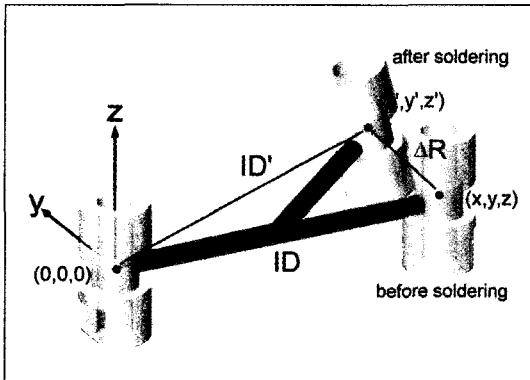


Fig. 4. Schematic diagram of intercentroidal displacement (ΔID) and global displacement (ΔR).

화염납착시편들과 전기납착시편들의 중심점간 변위와 그 평균값을 Table 1에, Table 2에는 축성분 총 변위와 성분 변위, 그리고 각각의 평균값들을 함께 나타내었다.

실험군 간의 중심점간 변위와 축성분 총변위의 통계학적 유의성을 검정하기 위하여 *t*-test를 시행하였으며, 그 결과를 Table 3에 나타내었다.

시편의 중심점간 변위는 두 실험군 모두에서 음의 값을 보였으며, 화염납착 실험군이 전기납착 실험군에 비해 더 큰 평균값을 나타내었다($p < 0.05$). 또한 축성분 총변위 역시 전기납착 실험군보다 화염납착 실험군에서 더 큰 평균값을 보였다($p < 0.05$). 세가지 성분 변위의 평균값에서는 ΔLz 가 가장 큰 값을 나타냈으며, 다음으로는 ΔLx , ΔLy 순이었다. ΔLz 와 ΔLx 에서는 화염납착 실험군이 전기납착 실험군보다 큰 평균값을 보였으며, 두 실험군의 모든 시편에서 ΔLx 는 음의 값을, ΔLz 는 양의 값을 각각 나타내었다. 그러나 ΔLy 는 시편마다 불규칙한 양상을 보였으며, 그 변위의 크기가 매우 미소하였다.

Table 1. Intercentroidal displacement for torch soldered and electric soldered groups(mm).

	Torch-soldered group	Electric-soldered group
	-0.249	-0.189
	-0.259	-0.186
	-0.245	-0.186
	-0.280	-0.171
	-0.261	-0.201
Mean	-0.258	-0.187
S.D.	0.013	0.011

Table 2. Global displacement and component displacements for torch soldered and electric soldered groups(mm).

	Torch-soldered group				Electric-soldered group			
	ΔR	ΔLx	ΔLy	ΔLz	ΔR	ΔLx	ΔLy	ΔLz
	0.296	-0.087	0.030	0.216	0.228	-0.063	-0.021	0.176
	0.320	-0.071	-0.021	0.239	0.218	-0.078	0.034	0.182
	0.336	-0.073	-0.029	0.238	0.208	-0.075	-0.013	0.179
	0.314	-0.094	0.017	0.271	0.205	-0.065	-0.029	0.163
	0.300	-0.116	0.010	0.253	0.219	-0.083	0.021	0.189
Mean	0.313	-0.088	0.001	0.243	0.216	-0.073	-0.002	0.178
S.D.	0.016	0.018	0.025	0.020	0.009	0.009	0.028	0.010

Table 3. t-Test results comparing mean intercentroidal displacement and global displacement.

	Mean \pm S.D.(mm)		T	P
	Torch-soldered group	Electric-soldered group		
Δ ID	0.258 \pm 0.013	0.187 \pm 0.011	9.4384	0.0001
Δ R	0.313 \pm 0.016	0.216 \pm 0.009	11.8753	0.0001

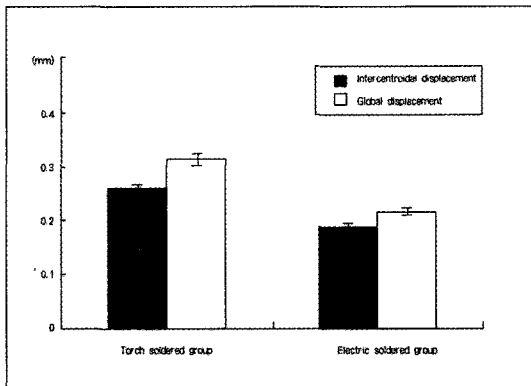


Fig. 5. Comparison of intercentroidal displacement and global displacement for torch soldered and electric soldered groups.

V. 총괄 및 고찰

주조성 보철물의 전체적인 적합과 개개 유지관의 적합을 동시에 만족시키는 것은 불가능하다고 Gegauff와 Rosenstiel¹¹⁾이 서술하였듯이, 일체주조된 보철물 또는 분할 납착된 보철물에는 어느 정도의 변위가 발생하게 된다.

과거로부터 변위에 관한 삼차원적 비교 연구들이 보고되었는데, Harper와 Nicholls³⁰⁾는 납착과정 중의 인기방법과 매물체에 따른 주조수복물의 변위를 측정하였으며, Bridger와 Nicholls³⁹⁾는 소성과정 동안의 금속 도재 고정성 부분의치의 변위를 측정하였다. 또한, Humphries 등³⁴⁾은 세가지 임플란트 인상채득 방법의 정확성을 삼차원 측정법을 이용하여 조사한 바 있다.

본 실험에서는 제2형 티타늄 합금을 원통 형태로 가공한 후, 하방 4.5mm에 평면을 형성하고, 삼차원 좌표 측정기와 연동된 소프트웨어를 사용하여 측정, 연산함으로써 Fig. 2와 같이 기준 원통의 하방 평면에 수직인 축을 x축, 원통의 장축을 z축으로 하여 이 두 축에 각각 수직인 축을 y축으로 하는 상대 좌표계를 사용하였다.

통상적인 화염납착법의 과정은 분할된 주조체를 구강내 또는 주모형 상에서 납착 인기를 한 후, 납착용 매물체 블록에 고정하고 예열처리를 한 다음, 납착용 합금을 화염으로 용융시켜 간격에 녹아들어가게 하는 일련의 과정으로서 모든 과정들이 분할된 주조체의 상대적 위치관계를 변위 또는 변경시킬 수 있는 요소로 작용할 수 있다.

이러한 요소로는 첫째, 납착인기 과정에서 현재 임상에서 흔히 사용하고 있는 자가중합용 레진을 사용할 경우 제조사가 추천하는 경화시간을 준수하였다 하더라도, 이후에도 미세한 중합 수축이 지속되며 완전한 중합 전에 수분과 접촉하게 되면 팽창이 일어날 수 있다¹⁶⁾. 또한 레진이 완전히 중합되었다 할지라도, 이를 구강내 지대치나 주모형에서 분리하면 잔류응력이 방출되면서 레진 인기재료는 추가적으로 변위를 일으킨다.

두 번째로 납착용 매물체 블록의 제작에 따른 오차를 들 수 있는데, 일반적으로 납착용 매물체의 팽창량은 모금속과 납착용 합금의 선수축을 보상할 수 있도록 주의 깊게 선택되어야 한다. 그러나 매물체의 총팽창량은 매물체의 종류와 혼수비에 따라 달라질 수 있으며³⁶⁾, 또한 납착 온도와 가열 속도에 따라 열팽창량이 변화할 수 있다³⁷⁾. 이 외에도 매물체 블록의 크기와 형태가 매물체 팽창에 영향을 줄 수 있다. 그러나 이러한 여러가지 매물체 블록과 연관된 요소들이 납착변위에 미치는 영향에 관한 연구는 거의 없는 실정이며, 일반적으로 매물체 블록은 술자의 경험에 의존하여 제작되고 있다.

세 번째로 납착간격과 납착 시의 열처리, 술자의 숙련도 등이 납착변위에 영향을 줄 수 있다. 일반적으로 납착간격은 모금속의 접촉이 일어날 정도로 너무 가까워서는 안된다. Stade 등⁸⁾은 납착간격이 클수록 납착강도가 증가되나, 납착간격이 과도하게 넓은 경우 오히려 변위가 크게 일어날 수 있다고 하였으며, Willis와 Nicholls²²⁾는 납착간격에 따른 변위를 측정 한 결과 납착간격이 작을수록 변위가 작게 일어

났다고 보고하였다. 이러한 납착간격외에도 납착면의 형태 또한 납착강도나 변위에 영향을 줄 수 있다³⁰⁾. 본 실험에서는 Stade 등³⁰⁾의 추천에 따라 0.3mm의 납착간격을 형성하였으며, 특히 electric wire cutting machine을 이용하여 분할함으로써, 납착간격의 차이나 납착면의 형태가 실험결과에 미치는 영향을 최소화하도록 하였다.

이러한 요소들 외에도, 사용되는 불꽃의 종류, 납착용 화염의 방향, 화로의 설정 등과 술자의 숙련도에 따라 모금속과 납착용 합금의 열거동 양상이 달라지게 되며 또한, 납착 후 실온에서 5 - 7분간 방치 후 급냉³²⁾시키는 열처리 과정 또한 변위를 유발시키는 요인으로 작용할 것으로 생각된다.

이론적으로 이러한 여러가지 요인들이 충족되었을 때 납착된 구조체의 정확한 변연 적합도를 얻을 수 있으나, 위에서 언급한 것처럼 납착의 결과에 영향을 미치는 요소들이 너무나 많기 때문에 납착과정에 있어서 하나의 표준화된 지침을 제시하기는 매우 힘들다. 화염납착의 가장 큰 단점은 이러한 표준화된 지침을 제시하기 어렵다는 것이다²²⁾. 또한, 구조체의 길이와 기하학적 형태, 모금속의 종류가 각 경우마다 달라지게 되므로 표준화에는 더욱 큰 어려움이 있다.

일반적으로 길이가 길거나 만곡형인 보철물 또는 임플란트 상부 금속구조물처럼 구조금속의 양이 많은 경우, 일체구조체의 적합도를 증가시키기 위하여 분할 후 납착하는 술식을 흔히 사용하고 있다. 그러나 특히 납착부위가 다수인 경우, 통상적인 화염납착법으로 한번에 만족할 만한 적합도를 얻는 경우는 드물며, 따라서 여러번 반복 납착을 시행해야 하는 경우가 많다.

이러한 화염납착법에 비하여 전기납착법은 납착인기와 매몰재 블록의 제작과정이 없으므로, 작업시간이 절약되고 화염납착법이 갖고 있는 여러가지 오차의 소지를 줄일 수 있다는 장점이 있다. 또한 열이 급속하게 국소적으로 발생하기 때문에 모금속의 과열로 인한 재결정화나 결정립 성장을 줄일 수 있다²⁶⁾.

납착 후 시편의 중심점간 변위는 두 실험군 모두에서 음의 값을 나타내어 납착 후 시편의 길이가 감소함을 알 수 있으며, 화염납착법의 경우 평균 0.258mm, 전기납착법의 경우 평균 0.187mm의 길

이 변화를 보였다. Ziebert와 Schiffleger³⁵⁾ 또한 납착 후 시편의 근, 원심 길이가 감소하였다고 보고하였다. 본 실험에서 전기납착 실험군의 길이 감소가 화염납착 실험군에 비해 작게 나온 이유로는 전기납착법의 국소적인 모금속 가열 특성으로 인하여, 화염납착법과는 달리 모금속 전체에서 일어나는 열팽창과 열수축에 의한 영향을 적게 받았기 때문이라고 생각된다. 즉, 전기납착법의 경우 국소적으로 가열된 납착부 주위의 모금속과 용융된 납착용 합금의 선수축이 일어나지만, 화염납착법의 경우 소환로에서의 예열 처리와 납착 시 화염의 영향으로 인하여, 납착용 합금의 수축은 물론, 전체적인 금속 시편의 수축이 일어나게 되고, 비록 매몰재 블록에 의해 이러한 수축량이 보상된다 하더라도 그 팽창량이 충분치 않았기 때문인 것으로 생각된다. 또한, 납착인기 재료의 수축도 어느 정도 영향을 미쳤을 것으로 생각된다.

납착 후 시편의 축성분 총변위는 화염납착법의 경우 평균 0.313mm의 변위가, 전기납착법의 경우 평균 0.216mm의 변위가 발생하였다. 이러한 결과는 화염납착법의 경우, 납착인기과정, 매몰재 블록 제작과정, 예열 처리과정, 그리고 납착 후 냉각과정 등 전기납착법에 비해 더 많은 기공과정을 거쳐야 하고, 결국 이러한 각 과정에서의 오차가 합쳐져 삼차원적 공간에서 더 큰 변위를 야기시켰기 때문으로 생각된다.

전체적인 변위를 각 축 방향으로의 성분 변위로 나타낸 ΔL_x , ΔL_y , ΔL_z 값을 분석해 보면, 대체로 화염납착법이 전기납착법보다 더 큰 성분 변위를 보였으며, 두 실험군 모두에서 ΔL_x 는 음의 값을, ΔL_z 는 양의 값을 각각 나타내어 x축으로는 시편 길이의 감소가, z축으로는 상방으로 변위가 일어나는 양상을 보였다. 그러나 y축으로는 일정한 변위 양상을 나타내지는 않았다. 또한 세가지 성분 변위 중 z축 방향의 변위가 가장 크게 일어남을 알 수 있으며, 다음으로는 x축으로의 길이 변화가 크게 일어나고, y축으로의 변위는 매우 미소함을 알 수 있다.

Willis와 Nicholls²²⁾, Harper와 Nicholls³²⁾의 삼차원적 변위연구에서도 본 실험과 유사한 변위 양상을 보였는데, 이러한 결과는 상부 납착 부위와 하부 매몰재 사이의 냉각속도의 차이 때문이라고 주장하였다. 이차원적인 연구에서 Ziebert와 Schiffleger³⁵⁾는

납작 후 전방 지대치의 근심과 후방 지대치의 원심 측에서 변연 불일치가 커진다고 하였으며, 이러한 보철물의 상,하부 길이의 불일치를 납작의 왜곡(warping)현상이라고 하였다.

이러한 결과를 종합해 보면, 전기납작법이 화염납작법에 비해 더 적은 중심점간 변위, 축성분 총변위를 보였다는 결과로부터 전기납작법이 납작변위의 관점에서 더욱 우수한 납작법이라고 생각되나, 이 납작법을 임상에 보다 광범위하게 적용하기 위해서는 차후 납작 부위의 강도와 파절 양상에 대한 비교 연구가 뒷받침 되어야 할 것으로 생각된다.

V. 결 론

분할 주조체 납작 시 납작 열원의 종류가 납작 후 변형에 미치는 영향을 조사하기 위하여, 0.3mm간극으로 분할된 금합금 연결봉을 화염납작법과 전기납작법으로 납작한 후, 시편의 측정 원통 중심의 삼차원 좌표를 측정기로 측정하였다.

측정된 좌표치로 중심점간 거리와 축성분 총변위를 계산하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 중심점간 거리는 납작 후 감소 하였으며, 화염 납작이 전기 납작보다 더 많은 감소를 일으켰다 ($p<0.05$).
2. 축성분 총변위는 화염 납작이 전기 납작보다 더 컸다($p<0.05$).

참 고 문 헌

1. Gegauff A, Rosenstiel S. The seating of one-piece and soldered fixed partial dentures. *J Prosthet Dent* 1989;62:292-7.
2. Wise MD. Failure in the restored detition. London, Quintessence Publ Co, 1995, pp 13-19.
3. Hinman RW, Tesk JA, Parry EE, Eden GT. Improving the casting accuracy of fixed partial dentures. *J Prosthet Dent* 1985;53:466-71.
4. Sass FA, Eames WB. Fit of unit cast fixed partial dentures related to casting ring size and shape. *J Prosthet Dent* 1980;43:163.

5. Schiffeleger BE, Ziebert GJ. Comparison of accuracy of multi-unit one-piece castings. *J Prosthet Dent* 1985;54:770-6.
6. Bruce W. Evaluation of multiple unit casting for fixed partial dentures. *J Prosthet Dent* 1964;14:939-943.
7. Bruce W. Clinical application of multiple unit casting for fixed partial dentures. *J Prosthet Dent* 1967;18:359-364.
8. Stade EH, Reisbick MH, Preston JD. Preceramic and postceramic solder joints. *J Prosthet Dent* 1975;34:527-32.
9. Naylor WP. Metal Ceramic Technology. Quintessence Publ Co, pp 106-113.
10. Hobo S, Ichida E, Garcia LT. Osseointegration and Occlusal Rehabilitation. Chicago, Quintessence Publ Co, 1989, pp 174-176.
11. Rosential SF, Land MF, Fujimoto J. Contemporary Fixed Prosthodontics, 7th ed. Mosby, pp 467-87, 562-78.
12. Cattaneo G, Wagnild G. Comparison of tensile strength of solder joints by infrared and conventional torch technique. *J Prosthet Dent* 1992;68:33-7.
13. Byrne G, Laub LW, Hu JY, Land MF. The fit of fixed partial dentures joined by infrared soldering. *J Prosthet Dent* 1992;68:591-6.
14. Carlberg T, Victorin L. Soldering of dental alloys under vaccum by IR-heating. *Dent Mater J* 1986;2:279-83.
15. Moon PC, Garrett SG. Comparison of accuracy of soldering indices for fixed prostheses. *J Prosthet Dent* 1978;40:35-8.
16. Mojon P, Belser UC. Polymerization shrinkage of index and pattern acrylic resins. *J Prosthet Dent* 1990;64:684-8.
17. Chang JC, Duong J. A soldering index made with 4-META adhesive resin. *J Prosthet Dent* 1994;72:430-2.
18. Cho GC, Chee W. Efficient soldering index materials for fixed partial dentures and implant substructures. *J Prosthet Dent*

- 1995;73:424-7.
19. Dixon DL, Lindquist TJ. Linear dimensional variability and tensile strengths of three solder index materials. *J Prosthet Dent* 1992;67:726-9.
 20. Stackhouse JA. Assembly of dental units by soldering. *J Prosthet Dent* 1967;18:131-139.
 21. Lacy AM, Fukui H, Jendressen MD. Three factors affecting investment setting expansion and casting size. *J Prosthet Dent* 1983;49:52-8.
 22. Willis LM, Nicholls JI. Distortion in dental soldering as affected by gap distance. *J Prosthet Dent* 1980;43:272-8.
 23. DeHoff PH, Wilson HR. Effectiveness of Cast-Joined Ni-Cr-Be Structures. *Int J Prosthodont* 1990;3:550-4.
 24. McCracken. *Removable Partial Prosthodontics*, 9th ed. Mosby, pp 454-462.
 25. Stewart. *Clinical Removable Partial Prosthodontics*, 2nd ed.. Ishiyaku EuroAmerica, pp 615-626.
 26. Nokubi-T, Nakamura-S. Clinical application of electric resistance welding and soldering methods to removable partial dentures. *J-Osaka-Univ-Dent-Sch*. 1990 Dec;30:131-8.
 27. Nicholls JI. The measurement of distortion: Theoretical considerations. *J Prosthet Dent* 1977;37:578-86.
 28. Nicholls JI. The measurement of distortion: Mathematical considerations. *J Prosthet Dent* 1978;39:339-43.
 29. Nicholls JI. The measurement of distortion: Concluding remarks. *J Prosthet Dent* 1980;43:218-23.
 30. Harper RJ, Nicholls JI. Distortions in indexing methods and Investing media for soldering and remount procedures. *J Prosthet Dent* 1979;42:172-9.
 31. Deguvest CF manual, Degussa, Germany
 32. Johnston's modern practice of fixed prosthodontics, 4th ed. W.B Saunders company, 1986, pp 192-205.
 33. Bridger DV, Nicholls JI. Distortion of ceramometal fixed partial dentures during firing cycle. *J Prosthet Dent* 1982;45:507-14.
 34. Humphruies RM, Yaman P, Bloem TJ. The accuracy of implant master casts constructed from transfer impressions. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1990; 5:331-6.
 35. Ziebert GJ, Schiffleger BE. Accuracy of one-piece casting, preceramic and postceramic soldering. *J Prosthet Dent* 1986;55:312-317.
 36. 신성애, 정창모, 전영찬. 납착용 매몰재의 경화 팽창과 열팽창에 관한 연구. *대한치과보철학회지* 1999;37:730-740.
 37. Ryge G. Dental soldering procedure. *Dent Clin North Am* 1958;747.
 38. Hollenback GM, Shell JS. The accuracy of dental appliances assembled by soldering. *J Calif Dent* 1965;41:207.

ABSTRACT

A MEASUREMENT OF DISPLACEMENTS OF CAST FRAMEWORK BY TORCH SOLDERING AND ELECTRIC SOLDERING TECHNIQUES.

Sang-Won Jeon, Jang-Seop Lim, Chang-Mo Jeong, Young-Chan Jeon

Department of Prosthodontics, College of Dentistry, Pusan National University

The purpose of this study was to investigate the displacements of cast framework by torch soldering and electric soldering techniques. Specimen had two cylinders and connecting bar that had sectioned with 0.3mm gap at mid point. 10 of total specimens were divided into two groups.

In torch soldered group, soldering investment block was made and conventional torch soldering procedure was carried out. In electric soldered group, electric soldering was carried out on the master cast without soldering investment block by using electric soldering machine(Dentapunkt DP 7, Kulzer, Germany).

After soldering procedure, three dimensional coordinates of two centroids of each cylinder were measured by three dimensional coordinate measuring machine.

The intercentroidal displacement and global displacement were calculated and then, these values were compared and evaluated.

The results were obtained as follows:

1. Intercentroidal distances of specimens decreased after both soldering procedures, and the decrease in intercentroidal distance was greater for torch soldered group than for electric soldered group
2. Global displacements of torch soldered group were greater than those of electric soldered group